

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :  
Tsuyoshi NAKAMURA et al. :  
Serial No. NEW : **Attn: APPLICATION BRANCH**  
Filed August 21, 2003 : Attorney Docket No. 2003-1187A  
**METHOD OF FORMING FINE PATTERNS**

---

**CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

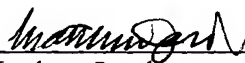
Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2002-241108, filed August 21, 2002, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Tsuyoshi NAKAMURA et al.

By   
Matthew Jacob  
Registration No. 25,154  
Attorney for Applicants

MJ/da  
Washington, D.C. 20006-1021  
Telephone (202) 721-8200  
Facsimile (202) 721-8250  
August 21, 2003

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年   8 月 2 1 日  
Date of Application:

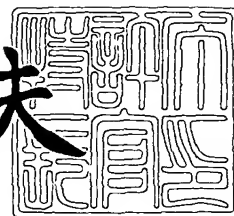
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 4 1 1 0 8  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 2 - 2 4 1 1 0 8 ]

出      願      人            東京応化工業株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   7 月 2 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 9 4 7 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 T01-02014

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区中丸子 1 5 0 番地 東京応化工業株式会社内

    【氏名】 中村 剛

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区中丸子 1 5 0 番地 東京応化工業株式会社内

    【氏名】 松宮 祐

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区中丸子 1 5 0 番地 東京応化工業株式会社内

    【氏名】 石川 清

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区中丸子 1 5 0 番地 東京応化工業株式会社内

    【氏名】 菅田 祥樹

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区中丸子 1 5 0 番地 東京応化工業株式会社内

    【氏名】 立川 俊和

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区中丸子 1 5 0 番地 東京応化工業株式会社内

    【氏名】 佐藤 充

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区中丸子 1 5 0 番地 東京応化工業  
株式会社内

【氏名】 駒野 博司

## 【特許出願人】

【識別番号】 000220239

【氏名又は名称】 東京応化工業株式会社

【代表者】 内田 春彦

## 【代理人】

【識別番号】 100098800

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 洋子

【電話番号】 03-3669-0511

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 056410

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 微細パターンの形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長 200 nm 以下の高エネルギー光または電子線に対して感応性を有するホトレジスト組成物を用いて形成したホトレジストパターンを有する基板上に、パターン微細化用被覆形成剤を被覆した後、熱処理により該被覆形成剤を熱収縮させ、その熱収縮作用を利用してホトレジストパターン間の間隔を狭小せしめ、次いで上記被覆形成剤を除去する工程を含む、微細パターンの形成方法。

【請求項 2】 被覆形成剤が水溶性ポリマーを含有する、請求項 1 記載の微細パターンの形成方法。

【請求項 3】 水溶性ポリマーがアルキレングリコール系重合体、セルロース系誘導体、ビニル系重合体、アクリル系重合体、尿素系重合体、エポキシ系重合体、メラミン系重合体、およびナイロン系重合体の中から選ばれる少なくとも 1 種である、請求項 2 記載の微細パターンの形成方法。

【請求項 4】 被覆形成剤が固形分濃度 3～50 質量%の水溶液である、請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の微細パターンの形成方法。

【請求項 5】 微細パターンが径若しくは幅 100 nm 以下のホールパターンまたはトレンチパターンである、請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の微細パターンの形成方法。

【請求項 6】 熱処理を、基板上のホトレジストパターンに熱流動を起させない温度で加熱して行う、請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の微細パターンの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はホトリソグラフィ技術分野における微細パターンの形成方法に関する。さらに詳しくは、近年の半導体デバイスの集積化、微小化に対応し得る微細パターンの形成方法に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

半導体デバイス、液晶デバイス等の電子部品の製造においては、基板にエッチングなどの処理を施すに際し、活性放射線に感応するいわゆる感放射線ホトレジストを用いて基板上に被膜（ホトレジスト層）を設け、次いでこれを活性放射線で選択的に照射して露光し、現像処理を行って、ホトレジスト層を選択的に溶解除去して基板上に画像パターン（ホトレジストパターン）を形成し、これを保護層（マスクパターン）として基板にホールパターン、トレンチパターン等のコンタクト用パターンなどの各種パターンを形成するホトリソグラフィ技術が用いられている。

**【0003】**

近年、半導体デバイスの集積化、微小化の傾向が高まり、これらパターンの形成についてもより一層の微細化が要求されている。これに伴い、マスクパターン形成に用いられる活性光線も、KrF、ArF、F<sub>2</sub>エキシマレーザー光や、電子線（EB線）などの短波長の照射光が利用され、マスクパターン形成材料としてのホトレジスト材料についても、これらの照射光に対応した物性をもつものの研究・開発が行われている。

**【0004】**

特に最近では、波長200nm以下の高エネルギー光（例えばArF、F<sub>2</sub>エキシマレーザー光）または電子線を用いた極微細加工プロセスの開発が精力的に進められており、これら極短波長光線対応ホトレジスト材料を用いてより微細な高精度のホトレジストパターンを形成することが重要な課題となっている。

**【0005】**

これら極短波長光線対応ホトレジスト材料を用いた既存のパターンの形成方法としては、例えば、シリコンウェーハ上に当該極短波長光線対応ホトレジスト組成物を塗布、乾燥してホトレジスト層を形成し、該ホトレジスト層に波長200nm以下の高エネルギー光または電子線を選択的に照射し、その後アルカリ現像液にて現像を行い、パターンを形成する方法が代表的な方法として挙げられる。

**【0006】**

しかしながら上記既存の方法では、幅や径が 1 0 0 n m 以下の微細パターンを形成するのが困難であり、たとえ幅や径が 1 0 0 n m 以下の微細パターンが形成された場合であっても、このような微細なパターンにおいてはパターン寸法にバラツキを生じやすく、ユニフォーミティー（面内均一性）の点などにおいて問題があり、実用上、半導体製造に適さないことがほとんどである。

#### 【 0 0 0 7 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、波長 2 0 0 n m 以下の高エネルギー光または電子線を用いた極微細加工プロセスにおいて、パターン幅や径が 1 0 0 n m 以下でユニフォーミティー（面内均一性）などの点においても優れる微細パターンの形成方法を提供することを目的とする。

#### 【 0 0 0 8 】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明は、波長 2 0 0 n m 以下の高エネルギー光または電子線に対して感応性を有するホトレジスト組成物を用いて形成したホトレジストパターンを有する基板上に、パターン微細化用被覆形成剤を被覆した後、熱処理により該被覆形成剤を熱収縮させ、その熱収縮作用を利用してホトレジストパターン間の間隔を狭小せしめ、次いで上記被覆形成剤を除去する工程を含む、微細パターンの形成方法を提供する。

#### 【 0 0 0 9 】

上記において、熱処理を、基板上のホトレジストパターンに熱流動を起させない温度で加熱して行うのが好ましい。

#### 【 0 0 1 0 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明について詳述する。

#### 【 0 0 1 1 】

本発明において、ホトレジストパターンの材料となるホトレジスト用組成物は、波長 2 0 0 n m 以下の高エネルギー光（A r F、F<sub>2</sub>等のエキシマレーザーなど）または電子線に対して感応性を有するものが用いられる。

## 【0012】

このようなホトレジスト用組成物としては、露光あるいは電子線描画により酸を発生する酸発生剤を含む化学増幅型のものが好ましく、例えば、ポリヒドロキシシスチレン単位および3級アルキルエステル化された保護基を有する（メタ）アクリレート単位を少なくとも有するポリマーと、酸発生剤を含む化学増幅型ポジ型ホトレジストや、少なくとも1つの多環式炭化水素基を側鎖に有し、酸の作用によりアルカリに対する溶解性が増大する（メタ）アクリレート単位を構成単位として含むポリマーと、酸発生剤を含む化学増幅型ポジ型ホトレジスト、等が挙げられるが、これら例示に限定されるものでないことはもちろんである。

## 【0013】

本発明で用いるホトレジストパターンを有する基板の作製は、半導体デバイスの製造において用いられる常法により行うことができる。例えば、シリコンウェーハ等の基板上に、上記波長200nm以下の短波長光線または電子線に感応性を有するホトレジスト用組成物を、スピナーなどで塗布、乾燥してホトレジスト層を形成した後、縮小投影露光装置等により、エキシマレーザー光などの活性光線を所望のマスクパターンを介して照射するか、あるいは電子線により描画した後、加熱し、次いでこれを現像液、例えば1～10質量%テトラメチルアンモニウムヒドロキシド（TMAH）水溶液等のアルカリ性水溶液などを用いて現像処理することによって、基板上にホトレジストパターンを形成することができる。

## 【0014】

従来、波長200nm以下の短波長の活性光線、電子線を用いてのパターン形成では、当該工程の段階では、幅や径が100nm以下のパターンを形成することは難しかった。本発明方法では、さらに以下の工程を含み、これら後続の工程を含むことにより、100nm以下という極めて微細なパターンの形成も、面内均一性を維持しつつ、行うことができた。

## 【0015】

## a. 被覆形成剤塗布工程

上述のようなマスクパターンとしてのホトレジストパターンを有する基板上全



面に亘って、パターン微細化用被覆形成剤を塗布し被覆する。なお、被覆形成剤を塗布した後に、80～100℃の温度で30～90秒間、基板にプリベークを施してもよい。

#### 【0016】

被覆方法は従来の熱フロープロセスにおいて通常行われていた方法に従って行うことができる。すなわち、バーコーター法、ロールコーター法、スピナーを用いた回転塗布方法等の公知の塗布手段により、上記パターン微細化用被覆形成剤の水溶液を、基板上に塗布する。

#### 【0017】

本発明に用いられる被覆形成剤は、基板上に設けられたホトレジストパターンの間に画定された、ホールパターン、トレンチパターンなどに代表されるパターンを被覆するためのものであって、その熱収縮作用によって、上記ホトレジスト間に画定されたパターンの広さ、幅を狭小ならしめて、微小なパターンを形成するのに用いられるものである。

#### 【0018】

このような被覆形成剤として、水溶性ポリマーを含有するものが好ましく用いられる。

#### 【0019】

上記水溶性ポリマーは、室温で水に溶解し得るポリマーであればよく、特に制限されるものでないが、アクリル系重合体、ビニル系重合体、セルロース系誘導体、アルキレングリコール系重合体、尿素系重合体、メラミン系重合体、エポキシ系重合体、アミド系重合体などが好ましく用いられる。

#### 【0020】

アクリル系重合体としては、例えば、アクリル酸、アクリル酸メチル、メタクリル酸、メタクリル酸メチル、N，N-ジメチルアクリルアミド、N，N-ジメチルアミノプロピルメタクリルアミド、N，N-ジメチルアミノプロピルアクリルアミド、N-メチルアクリルアミド、ジアセトンアクリルアミド、N，N-ジメチルアミノエチルメタクリレート、N，N-ジエチルアミノエチルメタクリレート、N，N-ジメチルアミノエチルアクリレート、アクリロイルモルホリン等

の単量体を構成成分とする重合体または共重合体が挙げられる。

【0021】

ビニル系重合体としては、例えば、N-ビニルピロリドン、ビニルイミダゾリジノン、酢酸ビニル等の単量体を構成成分とする重合体または共重合体が挙げられる。

【0022】

セルロース系誘導体としては、例えばヒドロキシプロピルメチルセルロースフタレート、ヒドロキシプロピルメチルセルロースアセテートフタレート、ヒドロキシプロピルメチルセルロースヘキサヒドロフタレート、ヒドロキシプロピルメチルセルロースアセテートサクシネート、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、ヒドロキシエチルセルロール、セルロールアセテートヘキサヒドロフタレート、カルボキシメチルセルロース、エチルセルロース、メチルセルロース等が挙げられる。

【0023】

アルキレングリコール系重合体としては、例えば、エチレングリコール、プロピレングリコール等の付加重合体または付加共重合体などが挙げられる。

【0024】

尿素系重合体としては、例えば、メチロール化尿素、ジメチロール化尿素、エチレン尿素等を構成成分とするものが挙げられる。

【0025】

メラミン系重合体としては、例えば、メトキシメチル化メラミン、メトキシメチル化イソブトキシメチル化メラミン、メトキシエチル化メラミン等を構成成分とするものが挙げられる。

【0026】

さらに、エポキシ系重合体、ナイロン系重合体などの中で水溶性のものも用いることができる。

【0027】

中でも、アルキレングリコール系重合体、セルロース系重合体、ビニル系重合体、アクリル系重合体の中から選ばれる少なくとも1種を含む構成とするのが好

ましく、特に、pH調整が容易であるという点からアクリル系重合体が最も好ましい。さらには、アクリル系重合体以外の水溶性ポリマーとの共重合体とすることが、加熱処理時にホトレジストパターンの形状を維持しつつ、ホトレジストパターン間隔の収縮効率を高くすることができるという点から好ましい。水溶性ポリマーは1種または2種以上を用いることができる。

#### 【0028】

水溶性ポリマーは、共重合体として用いた場合、構成成分の配合比は特に限定されるものでないが、特に経時安定性を重視するなら、アクリル系重合体の配合比を、それ以外の他の構成重合体よりも多くすることが好ましい。なお、経時安定性の向上は、アクリル系重合体を上記のように過多に配合する以外に、p-トルエンスルホン酸、ドデシルベンゼンスルホン酸等の酸性化合物を添加することにより解決することも可能である。

#### 【0029】

被覆形成剤にはさらに、水溶性アミンを配合してもよい。水溶性アミンとしては、25℃の水溶液におけるpKa（酸解離定数）が7.5～13のアミン類が、不純物発生防止、pH調整等の点から好ましく用いられる。具体的には、例えば、モノエタノールアミン、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、2-（2-アミノエトキシ）エタノール、N，N-ジメチルエタノールアミン、N，N-ジエチルエタノールアミン、N，N-ジブチルエタノールアミン、N-メチルエタノールアミン、N-エチルエタノールアミン、N-ブチルエタノールアミン、N-メチルジエタノールアミン、モノイソプロパノールアミン、ジイソプロパノールアミン、トリイソプロパノールアミン等のアルカノールアミン類；ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、プロピレンジアミン、N，N-ジエチルエチレンジアミン、1，4-ブタンジアミン、N-エチル-エチレンジアミン、1，2-プロパンジアミン、1，3-プロパンジアミン、1，6-ヘキサレンジアミン等のポリアルキレンポリアミン類；トリエチルアミン、2-エチル-ヘキシルアミン、ジオクチルアミン、トリブチルアミン、トリプロピルアミン、トリアリルアミン、ヘプチルアミン、シクロヘキシルアミン等の脂肪族アミン；ベンジルアミン、ジフェニルアミン等の芳香族アミン類；ピペラジン、N-メチ

ルーピペラジン、メチルーピペラジン、ヒドロキシエチルピペラジン等の環状アミン類等が挙げられる。中でも、沸点140℃以上(760mmHg)のものが好ましく、例えばモノエタノールアミン、トリエタノールアミン等が好ましく用いられる。

#### 【0030】

水溶性アミンは、被覆形成剤(固形分)に対して0.1~30質量%程度の割合で配合するのが好ましく、特に2~15質量%程度である。0.1質量%未満では経時による液の劣化が生じるおそれがあり、一方、30質量%超ではホトレジストパターンの形状悪化を生じるおそれがある。

#### 【0031】

また本発明に用いられるパターン微細化用被覆形成剤には、ホトレジストパターン寸法の微細化、ディフェクトの発生抑制などの点から、所望により、さらに非アミン系水溶性有機溶媒を配合してもよい。

#### 【0032】

かかる非アミン系水溶性有機溶媒としては、水と混和性のある非アミン系有機溶媒であればよく、例えばジメチルスルホキシド等のスルホキシド類；ジメチルスルホン、ジエチルスルホン、ビス(2-ヒドロキシエチル)スルホン、テトラメチレンスルホン等のスルホン類；N,N-ジメチルホルムアミド、N-メチルホルムアミド、N,N-ジメチルアセトアミド、N-メチルアセトアミド、N,N-ジエチルアセトアミド等のアミド類；N-メチル-2-ピロリドン、N-エチル-2-ピロリドン、N-プロピル-2-ピロリドン、N-ヒドロキシメチル-2-ピロリドン、N-ヒドロキシエチル-2-ピロリドン等のラクタム類；1,3-ジメチル-2-イミダゾリジノン、1,3-ジエチル-2-イミダゾリジノン、1,3-ジイソプロピル-2-イミダゾリジノン等のイミダゾリジノン類；エチレングリコール、エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノブチルエーテル、エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート、エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート、ジエチレングリコール、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールモノエチルエーテル、ジエチレングリコールモノブ

チルエーテル、プロピレングリコール、プロピレングリコールモノメチルエーテル、グリセリン、1, 2-ブチレングリコール、1, 3-ブチレングリコール、2, 3-ブチレングリコール等の多価アルコール類およびその誘導体が挙げられる。中でも、ホトレジストパターン寸法の微細化、ディフェクト発生抑制の点から多価アルコール類およびその誘導体が好ましく、特にはグリセリンが好ましく用いられる。非アミン系水溶性有機溶媒は1種または2種以上を用いることができる。

#### 【0033】

非アミン系水溶性有機溶媒を配合する場合、水溶性ポリマーに対して0.1～30質量%程度の割合で配合するのが好ましく、特には0.5～15質量%程度である。上記配合量が0.1質量%未満ではディフェクト低減効果が低くなりがちであり、一方、30質量%超ではホトレジストパターンとの間でミキシング層を形成しがちとなり、好ましくない。

#### 【0034】

被覆形成剤にはさらに、塗布均一性、面内均一性等の点から、所望により、界面活性剤を配合することができる。

#### 【0035】

界面活性剤としては、上記水溶性ポリマーに添加した際、溶解性が高く、懸濁を発生せず、ポリマー成分に対する相溶性がある、等の特性を有するものが好ましく用いられる。このような特性を満たす界面活性剤を用いることにより、特に被覆形成剤を塗布する際の気泡（マイクロフォーム）発生と関係があるとされる、ディフェクトの発生を効果的に防止することができる。

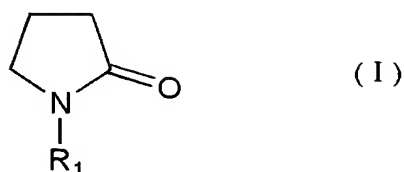
#### 【0036】

上記の点から、本発明に用いられる界面活性剤としては、N-アルキルピロリドン系界面活性剤、第4級アンモニウム塩系界面活性剤、およびポリオキシエチレンのリン酸エステル系界面活性剤の中から選ばれる少なくとも1種が好ましく用いられる。

#### 【0037】

N-アルキルピロリドン系界面活性剤としては、下記一般式 (I)

【0038】



【0039】

(式中、R<sub>1</sub>は炭素原子数6以上のアルキル基を示す)  
で表されるものが好ましい。

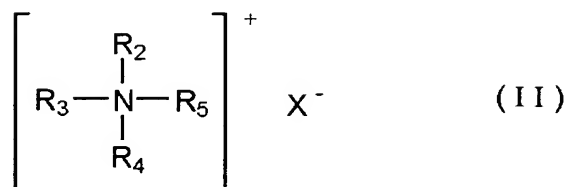
【0040】

かかるN-アルキルピロリドン系界面活性剤として、具体的には、N-ヘキシル-2-ピロリドン、N-ヘプチル-2-ピロリドン、N-オクチル-2-ピロリドン、N-ノニル-2-ピロリドン、N-デシル-2-ピロリドン、N-デシル-2-ピロリドン、N-ウンデシル-2-ピロリドン、N-ドデシル-2-ピロリドン、N-トリデシル-2-ピロリドン、N-テトラデシル-2-ピロリドン、N-ペンタデシル-2-ピロリドン、N-ヘキサデシル-2-ピロリドン、N-ヘプタデシル-2-ピロリドン、N-オクタデシル-2-ピロリドン等が挙げられる。中でもN-オクチル-2-ピロリドン（「SURFADONE LP100」；ISP社製）が好ましく用いられる。

【0041】

第4級アンモニウム系界面活性剤としては、下記一般式 (II)

【0042】



【0043】

〔式中、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>はそれぞれ独立にアルキル基またはヒドロキシアルキル基を示し（ただし、そのうちの少なくとも1つは炭素原子数6以上のアルキル基またはヒドロキシアルキル基を示す）；X<sup>-</sup>は水酸化物イオンまたはハロゲンイオンを示す〕

で表されるものが好ましい。

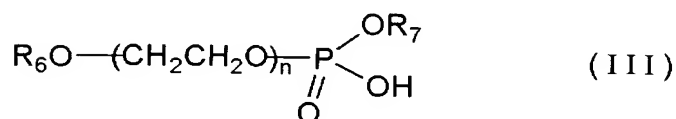
#### 【0044】

かかる第4級アンモニウム系界面活性剤として、具体的には、ドデシルトリメチルアンモニウムヒドロキシド、トリデシルトリメチルアンモニウムヒドロキシド、テトラデシルトリメチルアンモニウムヒドロキシド、ペンタデシルトリメチルアンモニウムヒドロキシド、ヘキサデシルトリメチルアンモニウムヒドロキシド、ヘプタデシルトリメチルアンモニウムヒドロキシド、オクタデシルトリメチルアンモニウムヒドロキシド等が挙げられる。中でも、ヘキサデシルトリメチルアンモニウムヒドロキシドが好ましく用いられる。

#### 【0045】

ポリオキシエチレンのリン酸エステル系界面活性剤としては、下記一般式 (II I)

#### 【0046】



#### 【0047】

(式中、 $\text{R}_6$ は炭素原子数1～10のアルキル基またはアルキルアシル基を示し； $\text{R}_7$ は水素原子または $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})\text{R}_6$ （ここで $\text{R}_6$ は上記で定義したとおり）を示し； $n$ は1～20の整数を示す）

で示されるものが好ましい。

#### 【0048】

かかるポリオキシエチレンのリン酸エステル系界面活性剤としては、具体的には「プライサーフA212E」、「プライサーフA210G」（以上、いずれも第一工業製薬（株）製）等として市販されているものを好適に用いることができる。

#### 【0049】

界面活性剤を配合する場合、被覆形成剤（固形分）に対して0.1～10質量％程度の割合で配合するのが好ましく、特に0.2～2質量％程度である。上

記範囲内で配合することにより、塗布性の悪化に起因する、面内均一性の低下に伴うパターンの収縮率のバラツキ、あるいはマイクロフォームと呼ばれる塗布時に発生する気泡に因果関係が深いと考えられるディフェクトの発生といった問題を効果的に予防し得る。

#### 【0050】

本発明に用いられる被覆形成剤は、固形分濃度 3～50 質量%の水溶液として用いるのが好ましく、固形分濃度 5～30 質量%の水溶液として用いるのが特に好ましい。固形分濃度が 3 質量%未満では基板への被覆不良となるおそれがあり、一方、50 質量%超では、濃度を高めたことに見合う効果の向上が認められず、取扱い性の点からも好ましくない。

#### 【0051】

なお、本発明に用いられるパターン微細化用被覆形成剤は、上記したように溶媒として水を用いた水溶液として通常用いられるが、水とアルコール系溶媒との混合溶媒を用いることもできる。アルコール系溶媒としては、例えばメチルアルコール、エチルアルコール、プロピルアルコール、イソプロピルアルコール等の 1 価アルコール等が挙げられる。これらのアルコール系溶媒は、水に対して 30 質量%程度を上限として混合して用いられる。

#### 【0052】

##### b. 熱処理（熱収縮）工程

次いで熱処理を行って、被覆形成剤からなる塗膜を熱収縮させる。この塗膜の熱収縮力の影響を受けて、該塗膜に接するホトレジストパターンの寸法が、塗膜の熱収縮相当分大きくなり、ホトレジストパターンが幅広・広大となり、ホトレジストパターン間の間隔が狭められる。このホトレジストパターン間の間隔は、すなわち、最終的に得られるパターンの径や幅を規定することから、これによりホールパターンの径やトレンチパターンの幅を狭小化、幅狭化させることができ、パターンの微細化を行うことができる。

#### 【0053】

加熱温度は、被覆形成剤からなる塗膜の熱収縮を起こし得る温度であって、パターンの微細化を行うに十分な温度であれば、特に限定されるものでないが、ホ



トレジストパターンに熱流動を起させない温度で加熱するのが好ましい。ホトレジストパターンに熱流動を起させない温度とは、被覆形成剤からなる塗膜の形成がされてなく、ホトレジストパターンだけを形成した基板を加熱した場合、該ホトレジストパターンに寸法変化を生じさせない温度をいう。このような温度での加熱処理により、プロフィルの良好な微細パターンの形成をより一層効果的に行うことができ、また特にウェーハ面内におけるデューティ (Duty) 比、すなわちウェーハ面内におけるパターン間隔に対する依存性を小さくすることができる等の点において極めて効果的である。

#### 【0054】

本発明では、ホトレジスト材料よりも低い軟化点をもつ被覆形成剤材料が好ましく用いられる。

#### 【0055】

現在のホトリソグラフィ技術において用いられる種々のホトレジスト組成物の軟化点を考慮すると、好ましい加熱処理は通常、80～160℃程度の温度範囲で、ただしホトレジストが熱流動を起さない温度で、30～90秒間程度行われる。

#### 【0056】

##### c. 被覆形成剤除去工程

この後、パターン上に残留する被覆形成剤からなる塗膜は、水系溶剤、好ましくは純水により10～60秒間洗浄することにより除去する。なお、水除去に先立ち、所望によりアルカリ水溶液（例えば、テトラメチルアンモニウムヒドロキシド (TMAH)、コリンなど）で除去処理をしてもよい。本発明に係る被覆形成剤は、水での洗浄除去が容易で、かつ、基板およびホトレジストパターンから完全に除去することができる。

#### 【0057】

そして基板上に、幅広・広大となったホトレジストパターンの間に画定された、微小化されたパターンを有する基板が得られる。

#### 【0058】

本発明により得られる微細パターンは、これまでの方法によって得られる解像

限界よりもより微細なパターンサイズを有するとともに、良好なプロフィールを有し、所要の要求特性を十分に満足し得る物性を備えたものである。

#### 【0059】

なお、上記 a. ～ c. 工程を複数回、繰返して行ってもよい。このように a. ～ c. 工程を複数回繰返すことにより、ホトレジストパターンを徐々に幅広・広大とすることができる。また被覆形成剤として、水溶性ポリマーを含有したものをを用いることにより、複数回の水洗除去作業においても、その都度完全に被覆形成剤を除去することができることから、厚膜のホトレジストパターンを有する基板を用いた場合でも、パターン崩れや変形を生じることなく、良好なプロフィールの微細パターンを形成することができる。

#### 【0060】

本発明が適用される技術分野としては、半導体デバイス製造等の分野が挙げられる。

#### 【0061】

##### 【実施例】

次に、実施例により本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの例によってなんら限定されるものではない。なお、配合量は特記しない限り質量%である。

#### 【0062】

##### (実施例 1)

ポリアクリレート (PAA) およびポリビニルピロリドン (PVP) を含有するコポリマー (PAA:PVP=2:1 (重合比)) 6.36 g、トリエタノールアミン 0.57 g、およびポリオキシエチレンのリン酸エステル系界面活性剤 (「プライサーフ A210G」; 第一工業製薬 (株) 製) 0.07 g を水 93 g に溶解して被覆形成剤を調製した。

#### 【0063】

一方、基板上に電子線に対して感応性をもつホトレジストとして、ポリヒドロキシスチレン:tert-ブチルアクリレートを重合比 70:30 で含有するコポリマー 10 g、パーフルオロスルホニウムトリフェニルサルフェイト塩を 1.

0 g、トリブチルアミン 0.009 g、サリチル酸 0.005 g および界面活性剤（「XR-104」；大日本インキ（株）製） 0.006 g を乳酸エチル 89 g に溶解させ調製した。

#### 【0064】

基板上に前記ホトレジストを回転塗布し、140℃で90秒間ベーク処理し、膜厚 0.40  $\mu$ m のホトレジスト層を形成した。

#### 【0065】

該ホトレジスト層に対して、露光装置（「HL-800D」；日立計測器（株）製）を用いて描画処理し、130℃にて90秒間加熱処理を施し、2.38 質量% TMAH（テトラメチルアンモニウムヒドロキシド）水溶液を用いて現像処理してホトレジストパターンを形成した。このホトレジストパターンの形成により、パターン径 100 nm のホールパターンを得た。

#### 【0066】

次に、このホールパターン上に、前記被覆形成剤を塗布し、120℃で60秒間加熱処理し、該ホールパターンの微細化処理を行った。続いて23℃で純水を用いて被覆形成剤を除去した。そのときのホールパターンのパターン径は65 nm であった。該微細化されたパターンの径の $\pm 10\%$ 分以上に相当する6.5 nm 以上のパターン寸法のバラツキがあるものは観察されず、面内均一性に優れるものであった。

#### 【0067】

（比較例 1）

上記実施例 1 で用いたホトレジストを用いて、被覆形成剤を用いたパターンの微細化処理を行わなかった以外は、実施例 1 と同様の操作でホトレジストパターンの形成処理を行い、パターン径 100 nm のホールパターンを得た。このとき面内にはパターン径の $\pm 10\%$ 分以上に相当する 10 nm 以上のパターン寸法のバラツキが発生し、著しく歩留まりの低下を引起すおそれがあった。

#### 【0068】

#### 【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、波長 200 nm 以下の高エネルギー光ま

たは電子線を用いた極微細加工プロセスにおいて、パターン幅や径が 1 0 0 n m 以下で、しかもユニフォーミティー（面内均一性）などの点においても優れる微細パターンの形成方法が提供される。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波長 200 nm 以下の高エネルギー光または電子線を用いた極微細加工プロセスにおいて、パターン幅や径が 100 nm 以下でユニフォーミティー（面内均一性）などの点においても優れる微細パターンの形成方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 波長 200 nm 以下の高エネルギー光または電子線に対して感応性を有するホトレジスト組成物を用いて形成したホトレジストパターンを有する基板上に、パターン微細化用被覆形成剤を被覆した後、熱処理により該被覆形成剤を熱収縮させ、その熱収縮作用を利用してホトレジストパターン間の間隔を狭小せしめ、次いで上記被覆形成剤を除去する工程を含む、微細パターンの形成方法。

【選択図】 なし

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 4 1 1 0 8
受付番号	5 0 2 0 1 2 3 8 6 6 2
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 4 年 8 月 2 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 8月21日
-------	-------------

次頁無

【書類名】 手続補正書  
【整理番号】 T01-02014  
【あて先】 特許庁長官殿  
【事件の表示】  
【出願番号】 特願2002-241108  
【補正をする者】  
【識別番号】 000220239  
【氏名又は名称】 東京応化工業株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100098800  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 長谷川 洋子  
【電話番号】 03-3669-0511

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 発明者

【補正方法】 変更

## 【補正の内容】

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区中丸子 150 番地 東京応化工業株式会社内

【氏名】 中村 剛

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区中丸子 150 番地 東京応化工業株式会社内

【氏名】 松宮 祐

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区中丸子 150 番地 東京応化工業株式会社内

【氏名】 石川 清

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区中丸子 150 番地 東京応化工業株式会社内

【氏名】 菅田 祥樹

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区中丸子 150 番地 東京応化工業株式会社内

【氏名】 立川 俊和

【その他】 本願は「微細パターンの形成方法」（平成14年8月21日出願）に関する特許出願である。当該出願に係る発明は、中村 剛、松宮 祐、石川 清、菅田 祥樹、立川 俊和の5名のみによって共同でなされたものである



。しかるに本願出願時に、発明者として、上記真の発明者 5 名の他に、佐藤 充、駒野 博司の 2 名を誤って願書に記載してしまった。そこで、佐藤 充、駒野 博司の 2 名を発明者の欄から削除するものである。

【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-241108
受付番号	50201810740
書類名	手続補正書
担当官	鈴木 夏生 6890
作成日	平成15年 3月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年11月29日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 4 1 1 0 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 2 0 2 3 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県川崎市中原区中丸子 1 5 0 番地

氏 名

東京応化工業株式会社